

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平7-52102

(24) (44) 公告日 平成7年(1995)6月5日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 21/30	Z			
G 0 1 N 37/00	F	8506-2 J		

発明の数2 (全 3 頁)

(21) 出願番号	特願昭62-170942
(22) 出願日	昭和62年(1987)7月10日
(65) 公開番号	特開平1-15602
(43) 公開日	平成1年(1989)1月19日

(71) 出願人	999999999 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
(72) 発明者	保坂 純男 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
(72) 発明者	細木 茂行 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
(72) 発明者	▲高▼田 啓二 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
(74) 代理人	弁理士 小川 勝男 (外1名)

審査官 小林 邦雄

(56) 参考文献 特開 昭62-130302 (J P, A)

(54) 【発明の名称】 微小部力測定方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 板材と該板材の一方の面に設けられた探針を用い、該探針に加わる力を上記板材の弾性変位として検出する微小部力測定方法であって、上記板材の上記探針と反対側の面の所定面積を被測定領域とし、光てこ式の光学変位測定手段によって上記弾性変位を測定する微小部力測定方法。

【請求項2】 はり部材と、該はり部材に固定された探針と、該探針に対向して試料を配置する試料台と、上記探針と試料の間隔を相対的に移動させる第1の移動手段と、上記探針を試料表面に沿って2次元的に相対的に移動させる第2の移動手段と、上記探針と試料との間に働く力による上記はり部材の変位を測定する光てこ式の光学変位測定手段とを有する微小部力測定装置。

【請求項3】 前記はり部材の変位を一定に保つように上

記第1の移動手段を制御しながら前記第2の移動手段を動作させる制御装置を有し、前記第2の移動手段の動作に対する前記第1の移動手段の動作から前記試料表面の構造を観察する特許請求の範囲第2項記載の微小部力測定装置。

【請求項4】 前記はり部材を2点で支持する支持部を有し、該2点の支持部の間に前記探針を配置する特許請求の範囲第2項または第3項記載の微小部力測定装置。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は微小領域の力を測定する微小部力測定装置に係り、特に絶縁物表面の計測に好適な微小領域の力を測定し、これに基づいて試料表面構造等を観察することのできる微小部力測定装置に関する。

【従来の技術】

従来、微小領域の力検出については、フィジカル、レビュー、レター56、(1986年)第930頁から第933頁(Phys. Rev. Lett. 56, (1986) pp930-933)において論じられている。

【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術は第2図に示すごとく、はり支持具5により一端支点とされたはり(板材)2の先端に鋭利な探針1を具備する。試料3の接近に伴って、原子間力によりはり2が変位し、該変位を走査型トンネル顕微鏡(STM)のごとくトンネル電流を一定に流し、はり2と探針14との間隙を一定に保つことにより測定する。このような非接触間隙測定方式を用いることで、力を変位に変換し、変位を測定することによって微小領域の力検出が実行されていた。

この技術は、変位測定のための安定性、即ち、はり2の測定表面の表面粗さによる測定誤差の点について配慮がされておらず、検出精度に問題があった。すなわち、従来の第2図の技術では、はり2が変位することにより、STM用探針14先端がはり2上で原子オーダーで横にずれる。いいかえると、STM用探針14先端は、はり2の背面上を面方向に動く。ところで、はり2の背面には通常、原子オーダーで見れば大きな起伏(数nm以上)が存在することが避けえない。従って、STM用探針14は面方向に大きな分解能を有するために、はり2背面の起伏を検出してしまい、はり2の変位検出に誤差が混入してしまう。さらに、従来技術では力検出のための探針1の剛性について問題があった。

【課題を解決するための手段】

上記目的は、はり部材と、はり部材に固定された探針と、探針に対向して試料を配置する試料台と、探針と試料の間隔を相対的に移動させる第1の移動手段と、探針を試料表面に沿って2次元的に相対的に移動させる第2の移動手段と、探針と試料との間に働く力によるはり部材の変位を測定する光てこ式の光学変位測定手段とで達成される。

好ましい応用として、はり部材の変位を一定に保つように第1の移動手段を制御しながら第2の移動手段を動作させる制御装置を用いる。これにより、第2の移動手段の動作に対する第1の移動手段の動作から試料表面構造や表面近傍の微小力の分布を得ることができる。

さらには、はり部材を2点で支持する支持部を有し、2点の支持部の間に前記探針を配置することが望ましい。

【作用】

上述したように、従来技術では面方向に大きな分解能を有するSTMの原理を利用して変位を測定しているために、はり2のたわみと共に発生する横方向のずれと、はり2の背面の原子オーダーの凸凹が測定値に影響する。一方、本願発明で用いる光てこ式の光学変位測定手段は、はり部材の微小な変位を非接触で高感度に測定することを可能とする。しかも、はり部材裏面の比較的広い

範囲の変位を検出し、大面積で微小変位を測定できる非接触変位測定手段であるために、はり2の変位測定での表面凹凸による微小変位測定誤差を防止することができ、はりの測定表面の表面粗さによる測定誤差の問題を回避できる。

また、光てこ式の光学変位測定手段によれば、カンチレバー及び試料が真空中でも、気体または液体中でも同様に変位を測定できるという利点がある。これにより測定の応用範囲が広がり、探針と試料間の力を調節したり、化学的な観察と複合した測定も行なうことができる。

さらに、第2図のはり2の剛性を向上するため、少なくともはり2の両端を固定し、中央部に探針1を設置することも望ましい。両端支持のはり2は、両端支持のため探針軸方向に自由度を持ち、ねじれ等の運動を防止することができる。このため、はり2の剛性が向上する。

【実施例】

以下、本発明の一実施例を第1図により説明する。第1図は微小領域の3次元形状測定器に本発明を応用した例を示す。

第1図において、力の検出部ははり2の両端を支持具5で支持し、その中央部にダイヤモンド製の先端が非常に尖った探針1を設置し、はり2を介して探針1と反対側に容量変位計のような非接触変位計4を設ける構造とした。

試料3は粗動機構11の上に設けた3次元微動機構上の試料台6に搭載される。3次元微動機構はX軸、Y軸、Z軸ビエゾ素子7, 8, 9を台座10に図の様に設置してトライボット型の構成としている。さらに、力による変位を検出して、その力を一定、即ち、変位を一定にする様にZ軸ビエゾ素子9を制御するとともに、2次元走査や探針1に試料3を近づける粗動機構11を制御する制御装置12を有する。表示装置13は試料の3次元構造を3次元表示する。

はり2を厚さ $10\mu\text{m}$ 、幅 0.5cm 、長さ 5cm の銀等で構成すると、約 10^{-12}N (ニュートン)の力で約 1\AA の変化が生じる。一方、非接触変位測定手段4には被測定部分が面積である容量変位計、光てこ式の光学変位測定器が使用される。構成は、力によるはり2の弾性変位を測定するために、はり2を構成する板材に対して探針1と反対側に非接触でかつ板材の面積部分を被測定領域とする非接触変位測定手段を配置する。面積の変位検出部分を持つ非接触変位測定器ははり2表面の凹凸や原子の配列の影響を受けることなく測定することができる。また、粗動機構11には尺取り虫機構やネジ式あるいは縮小変位機構を使用したものを使用する。

上記の粗動機構11により探針1に試料3を近接し、数 \AA 程度までに接近すると、双方の表面原子で最近接同士の原子間に力が働き、はり2の変位が起り、非接触変位測定手段で検出される。この変化を一定に保つ様に制御装置12でZ軸ビエゾ素子9を駆動し、探針1と試料3との

間隙を一定に保つ。この状態を保ちつつ、X軸、Y軸ピエゾ素子7,8で2次元走査すると、試料3の表面形状に基づいてZ軸ピエゾ素子が変化して試料表面の3次元形状が得られ、表示装置13に微細構造を表示することができる。実際の原子間力は $10^{-9} \sim 10^{-10}$ Nと言われており、上述のはり構造及び変位計で十分、表面の原子構造を観察できる。

尚、本実施例は重力の影響を受けるような構成としたが、90°回転し重力の影響を受けない構成とすることもできる。また、微小機構や粗動機構を試料側あるいは力測定部に設置しても良い。探針1はダイヤモンド以外に硬度の高いものが良く、先端を鋭く尖らせることが重要であり、イオンエッチングや化学エッチングあるいは精密加工技術によって製作されることが望ましい。さらに、探針を絶縁物以外のものにすれば、走査型トンネル顕微鏡としても利用できる。

本システムは計算機と結合してデータ処理を行なうことにより、より良い像を得ることができる。

【発明の効果】

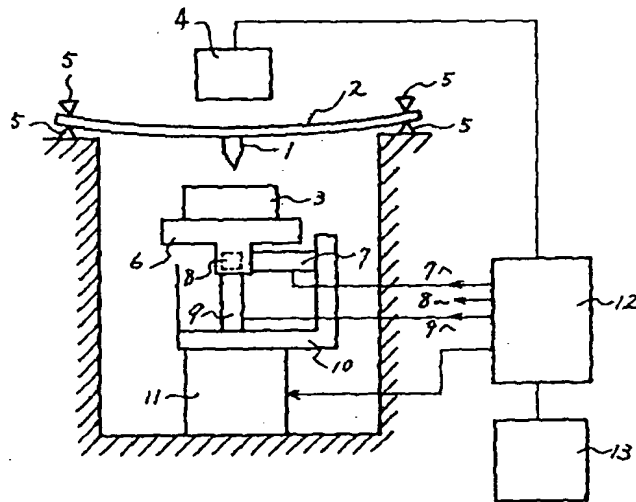
本発明によれば、測定面積の大きい非接触変位測定手段を用いるため、はりの表面の凹凸の影響を除くことができるので、高精度な微小部分の微小を検出することができる。また、探針の機械的剛性が増加し、力の影響を正確に変位に変換する。また、3次元形状測定器に応用することにより、全ての材料が測定可能となる。また、上記の非接触変位測定手段は通常、大気中で安定に動作するのでSTMのように真空中での動作の必要がなくなる。

【図面の簡単な説明】

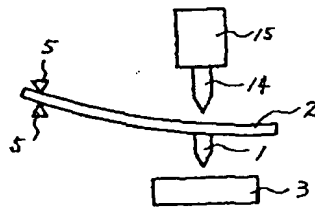
第1図は本発明の一実施例の構成を示す要部構成図。第2図は従来の力測定装置の原理的構成を示す要部構成図。

1……探針、2……はり、3……試料、4……測定面積の大きい非接触変位測定手段、5……はり支持具、6……試料台、7……X軸ピエゾ素子、8……Y軸ピエゾ素子、9……Z軸ピエゾ素子、10……台座、11……粗動機構、12……制御回路、13……表示手段。

【第1図】



【第2図】



- | | | |
|---------------------|------------------|---------------|
| 1 探針 | 5 はり支持具 | 13 表示手段 |
| 2 はり | 7~9 各X・Y・Z軸ピエゾ素子 | 14 STM用探針 |
| 3 試料 | 11 粗動機構 | 15 STMに用いる非接触 |
| 4 測定面積の大きい非接触変位測定手段 | 12 制御回路 | 間隙測定手段 |